Aus der Abteilung für Phoniatrie und Audiologie
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. H. Breuninger
der Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten
der Universität Tübingen

Auswirkungen des Tagesrhythmus und der Vigilanz auf das Sprachaudiogramm

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

dem Fachbereich Klinische Medizin
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von

Dieter Jürgen Kluge

aus Lauscha / Thür.

1978

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41536520_0021

Aus der Abteilung für Phoniatrie und Audiologie
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. H. Breuninger
der Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten
der Universität Tübingen

Auswirkungen des Tagesrhythmus und der Vigilanz auf das Sprachaudiogramm

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

dem Fachbereich Klinische Medizin
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von

Dieter Jürgen Kluge
aus Lauscha / Thür.

1978

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Professor Dr. H.-E. Hoffmeister

Berichterstatter: Professor Dr. H. Breuninger

I N H A L T

	Seite
A. Einleitung	1
1. Bedeutung der Sprachaudiometrie	1
2. Das Sprachverstehen und der Hörvorgang	3
3. Biologische Rhythmen	6
4. Coffein und seine zentrale Wirkung	9
B. Methodik	15
1. Probanden	15
2. Aufbau des Freiburger Sprachverständnistestes	15
3. Der Meßvorgang	17
4. Apparatur	18
C. Ergebnisse	19
1. Vergleichende Messungen morgens 7^{00} und abends 20^{30} Uhr	19
a) in Prozent	21
b) nach dem Vorzeichentest	31

Seite

2. Untersuchung der Abweichungen zwischen rechtem und linkem Ohr bei vergleichender Messung morgens 7^{00} Uhr und abends 20^{30} Uhr 33

3. Vergleichende Messungen nach Gabe eines Placebos und von 0,2 g Coffein 37

a) in Prozent 40

b) nach dem Vorzeichentest 50

C. Diskussion 52

a) biologische Rhythmen 52

b) Coffein 61

D. Zusammenfassung 65

E. Literaturverzeichnis 66

A. E I N L E I T U N G

1. Bedeutung der Sprachaudiometrie

Die ersten Grundlagen für die Sprachaudiometrie entwickelte Harvey Fletcher im Jahre 1926 mit Hilfe des Western Electric - 4 - A - Audiometers mit Grammophonanschluß und elektromagnetischem Tonabnehmer. Er ließ damals einsilbige Zahlen bei abnehmender Intensität in je 3 Gruppen auf Schallplatten sprechen, die ihm dann als Testmaterial dienten. So entwickelte sich die Sprachaudiometrie in den folgenden Jahren in den USA auf ein beachtliches Niveau. In Europa kamen nach dem zweiten Weltkrieg die sogenannten Sprachprüfteste als neue Methode zur Überprüfung des Gehöres auf. Bei uns in Deutschland setzte sich die Sprachaudiometrie relativ spät durch, nachdem sich Schubert (1952), Hahlbrock (1953) und Meister (1954) dafür eingesetzt hatten. Folgende Überlegungen führten dabei zur Entwicklung dieser Teste:

Bei einem Schwerhörigen ist nicht so sehr der Schwellenwert des Gehörs für reine Sinusschwingungen entscheidend, als viel mehr die Fähigkeit, an einem Gespräch teilzunehmen, Worte erfassen und verstehen zu können. Deshalb

sind die klassischen Hörprüfungen allein, wie Flüster- Umgangssprache und Stimmgabeluntersuchungen, sowie die Eintonaudiometrie für die Beurteilung des Gehörs bei einem Schwerhörigen nicht ausreichend, da sie über das qualitative Hörvermögen relativ wenig aussagen. Einen orientierenden Überblick über sämtliche Funktionen des Ohres erlaubt die menschliche Sprache (26). Da heute als Testmaterial sinnvolle Lautfolgen verwendet werden, wird nicht nur die akustische Wahrnehmung, sondern das Sprachverständnis zumindest mit geprüft. Die Testwörter werden nicht nur erfaßt, sondern bewußt wahrgenommen, d. h. verstanden und als deutsche Wörter identifiziert. Somit spielt die "elektrische Kombination", die je nach Bildungsgrad und Intelligenz, nach Stimmungslage und Kombinationsvermögen unterschiedlich genutzt wird, eine Rolle. Unter dem Begriff "elektrische Kombination", der von Gutzmann (24) geprägt wurde, versteht man hier das Rückschließen vom richtig gefundenen Sinn auf die genaue Lautfolge.

Der Wortsinn wird dabei durch ausschließende Methode aus der Zahl der ähnlich klingenden Wörter ausgesucht, so daß durch unbewußtes Ergänzen auch nicht wahrgenommene Laute beim Nachsprechen richtig wieder-

gegeben werden (25).

So erwiesen sich die Sprachprüfteste als sehr nützlich, um bei gehörverbessernden Operationen oder Anpassung von Hörgeräten bessere differentialdiagnostische Rückschlüsse ziehen zu können. Auch in zahlreichen anderen Aufgabenbereichen, wie der Lärmbekämpfung, Begutachtung und bei Rehabilitationsmaßnahmen finden sie heute Anwendung (57).

Bei den heute verwendeten Sprachprüftesten handelt es sich um den von Hahlbrock und Wieland (1954) entwickelten Freiburger Zahlen- und Wörtertest, der durch den Marburger Satzverständnistest von Niemeyer und Beckmann (1962) ergänzt werden kann (27).

Dabei werden mit dem Freiburger Test der Hörverlust für Sprache in Dezibel, sowie der Diskriminationsverlust (nicht oder falsch verstandene Worte) in Prozent bestimmt.

2. Das Sprachverstehen und der Hörvorgang

Die Resultate einer Hörprüfung hängen nach Lüscher (43, 44) und Schubert (57) von folgenden Faktoren ab:

a) den phonetischen Bedingungen: d. h. von den Wortarten, dem Rhythmus, der Betonung, den Wortzusammenstellungen (bzw. der Art der Sätze), ob sinnvoll oder sinnlos und individuellen Sprachverschiedenheiten.

b) den physikalisch akustischen Bedingungen: d. h. von der Sprachlautstärke, dem Klangbild der Laute selbst und der benachbarten Laute, der Raumakustik und dem Störlärm.

c) den psychologischen Bedingungen: d. h. von der sinngerichteten Konzentration, der Intelligenz, der seelischen Verfassung, dem Wortschatz und dem Charakter.

d) den physiologischen Bedingungen: d. h. von der Hörverlustkurve, dem Verlauf des Lautheitsempfindens, dem Selektionsvermögen, der Hörermüdung und Adaption, sowie von mon- oder binauralen Hören.

e) den sozialen Bedingungen: d. h. von der Berufsgruppe (jede hat ihren eigenen Wortschatz) und vom Bildungsgrad.

Durch alle diese Faktoren wird die Streubreite der Hörprüfung bestimmt. Während die physikalischen Faktoren der Reizbildung beim Sprachaudiogramm genau festge-

legt werden konnten, bleibt die individuelle Verarbeitungsmöglichkeit des Probanden eine nur schwer zu bestimmende Größe (31).

Biologische Rhythmen

Vom Frühbeginn seiner Existenz an muß sich der Mensch über biologische Rhythmen bewußt gewesen sein, denn der Erwerb von pflanzlicher Nahrung hängt vom Wissen um einen jährlichen, und der von tierischer Nahrung von einem ähnlichen Wissen um einen täglichen Rhythmus ab, während die Bezeichnung "lunatisch" (lunatic) auf eine frühe Mutmaßung im Bereich dieser Rhythmen hinweist. Mit dem Auftreten jenes organisierten Wissens, das wir Wissenschaft nennen, wurden solche Rhythmen in zunehmendem Maß von Botanikern und Zoologen, von Medizinern und Agrarwissenschaftlern studiert, und im Laufe der Zeit wurde eine Gesellschaft geschaffen, in der Absicht, Angehörige unterschiedlicher Disziplinen aber gemeinsamen Interesses zusammenzuführen. Diese Gesellschaft führt heute den Namen "Society for Biological Rhytmus" und ist auch durch die Veröffentlichungen ihrer Konferenzen bekannt geworden (56, 15, 58, 49).

Rhythmen sind im Pflanzen- und Tierreich weit verbreitet; sie erstrecken sich über einen großen Frequenz-

bereich, das beim Menschen wenigstens zwölf Größenordnungen umfaßt, beginnend beim repetetiven Impuls einzelner Nervenstränge bis zu jenem Zyklus, an dem wir jeweils auf unserer Reise von Geburt bis zum Tode nur einmal teilhaben, der sich aber innerhalb der menschlichen Spezies mithin konstant wiederholt. Es kann nicht viel Gemeinsamkeit zwischen all diesen Rhythmen bestehen, und sowohl hinsichtlich ihres Mechanismus als ihrer funktionalen Bedeutung für den Organismus weichen sie untereinander ab. Einige, wie der Herzschlagrhythmus oder die Atmungsbewegungen, sind unterschiedlich auf den Aktionsmodus des Organs bezogen, während einige Jahresrhythmen nicht mehr vorstellen mögen, als eine Angleichung an den Wechsel der Jahreszeiten. (14)

Die Untersuchung von Rhythmen, wie alle grundlagenwissenschaftlichen Bemühungen, kann unerwartete Früchte tragen, zumal soviel klar ist, als daß menschliche Rhythmen zahlreiche praktische Implikationen zeigen. Wenn man von einem normalen Wert, sei es die Körpertemperatur oder der

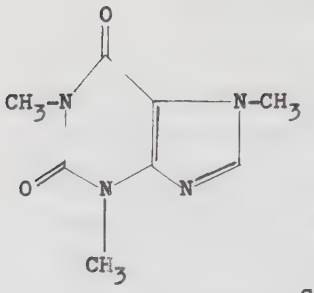
Phosphatgehalt des Plasmas, weiß, daß er regulär schwankt, so mag dieses Wissen der Genauigkeit einer Diagnose förderlich sein. Die Erkenntnis, daß reguläre Fluktuationen der Geburts- und Sterberate, der Empfindlichkeit (sensitivity) für eine Droge oder gar deren Letalität zu verzeichnen sind, kann auch dem nützlichen Gebrauch zugrundeliegen. Einige Krankheiten äußern sich vermittels Störungen habitualisierter Rhythmen, wie die Nykturie infolge einer Herzerkrankung oder die Isosthenurie aufgrund versagender Nieren, darüberhinaus finden sich zahlreiche weitere komplexe Störungen von Menzel beschrieben. (46, 47, 48)

Ob die oben angeführten Rhythmen auch auf das Sprachverstehen und den Hörvorgang einen Einfluß haben, soll im ersten Versuchsteil an den Auswirkungen auf das Sprachaudiogramm untersucht werden.

Coffein und seine zentrale Wirkung

Mit Beginn der klassischen organischen Chemie zu Anfang des 19. Jahrhunderts wandte sich erstmals das naturwissenschaftliche Interesse dem Kaffee zu. Dem Chemiker Ferdinand Runge, der von Johann Wolfgang von Goethe in Jena einige Kaffeebohnen zur Analyse erhalten hatte, gelang daraus 182o die Isolierung des Coffeins, das nach "Coffea", dem Gattungsbegriff für die Kaffeepflanze, genannten pharmakologisch wichtigsten Inhaltsstoffes. (53)

Der wegen seiner pharmakologischen Wirkung am längsten bekannte Inhaltsstoff des Kaffees, das Coffein, ist ein farb- und geruchloses, leicht bitter schmeckendes Pulver, seine chemische Bezeichnung lautet 1, 3, 7 - Trimethylxanthin ($C_8 H_{10} N_4 O_2$); es gehört zur Gruppe der Purine und unterscheidet sich von den strukturähnlichen Alkaloiden Theophyllin und Theobromin nur durch eine zusätzliche dritte Methylgruppe in 1.- bzw. 7.- Stellung:



Coffein

Coffein kommt außer in Kaffee auch in Tee, Guarana, Mate- und Colanüssen vor und ist identisch mit dem schon frühzeitig daraus isolierten Thein bzw. Guaranin.

Sein Gehalt in den einzelnen Kaffeeprovinienzen schwankt zwischen 0,8 % (Arabica Santos) und 2,5 % (Robusta Angola). Durch den Röstprozeß verändert sich der auf Trocksubstanz bezogene Coffeingehalt praktisch nicht. Nur bei sehr dunkler Röstung sublimiert ein Teil des Coffeins. (4) Er liegt in handelsüblichen Röstkaffeesorten, die aus 4 - 8 Provenienzien zusammengemischt sind zwischen 0,9 - 1,3 %. (18)

Da die natürlichen, bei der Entcoffeinierung von Kaffee anfallenden Coffeinmengen durch den

steigenden Bedarf in der pharmazentischen und Getränke-Industrie nicht ausreichen, hat man Synthesewege erarbeitet. Ein praktisches Verfahren ist die Darstellung nach Bredereck (10): durch Umsetzung von Harnsäure mit Formamid erhält man Xanthin, das durch Methylierung mit Dimethylsulfat in des 1, 3, 7 - Trimethylxanthin überführt wird.

Die Angriffspunkte und Wirkungen des Coffeins, der wirksamsten Substanz in Kaffee sind für Ärzte und Wissenschaftler von besonderem Interesse, wenn es auch als Medikament keine große Bedeutung mehr hat.

Coffein wirkt anregend. Einige Autoren führen eine Leistungssteigerung durch Coffein auf die Beseitigung von Langeweile oder Ermüdung zurück. Bachrach (3) spricht von "antihypnotic quality". Die Frage, ob Coffein nur bei Ermüdeten wirkt, wird schon lange diskutiert. Hier ist der experimentelle Ansatz von entscheidender Bedeutung, denn wenn bei einer langdauernden Übung durch die Vielfalt der Aufgaben die Langeweile an sich bekämpft wird, wie bei Bachrach (dessen Versuchs-

dauer aber nur max. 1o5 min. betrug), dann läßt Coffein gegenüber Placebo jeden Effekt vermissen, weil die Aufmerksamkeit bereits durch die Art des Experiments angeregt ist.

Es ist wohl eine häufige Erfahrung, daß ein anregendes Gespräch am Abend allein schon das Einschlafen verhindern kann. Im übrigen sind die Diskussionen über die Frage, ob durch Coffein primär Langeweile (boredom) oder Ermüdung beseitigt wird, nur in analytischer Hinsicht, evt. zum Verständnis mancher negativen Ergebnisse, aber in erster Linie werden doch die gemessenen Werte stehen.

Coffein wirkt auf das Zentralnervensystem anregend. Bei steigenden Dosen kommt es zu Erregungen, ja sogar zu Krämpfen, wie man es im Tierversuch leicht demonstrieren kann.

Diese allgemeine Aussage trifft auch für den Bereich der geistigen Aktivität zu: Mit Kaffee wird zunächst eine geistige Anregung, eine Bahnung für Gedanken, die Beschleunigung von Assoziationen erreicht.

Hierzu ein Auszug aus dem Prospekt Compretten^{R} Coffeinum der Cascan GmbH Wiesbaden. (11)

Wirkung von Coffein auf das Zentralnervensystem:

Stimulierende bzw. psychotonische Wirkung auf Großhirnrinde, Assoziationszentren und Stammhirnfunktion. Erregung des Atem- und Vasomotorenzentrums sowie Dagalerzentren.

Es ist verständlich, daß man aus elektroencephalographischen Untersuchungen nicht mehr als grobe Hinweise auf die Effekte des Coffeins im Großhirn erwarten kann, wobei eine Lokalisierung der Wirkung und die Abgrenzung gegen andere zentralwirkende Pharmaka, insbesondere stimulierende Substanzen am ehesten zu erwarten ist.

Beim Menschen lassen sich die für eine Wachreaktion typischen Veränderungen im EEG durch Coffein auslösen. In den Versuchen von Pfeiffer et al. (52) war ein Maximum der Wachreaktion ca. 1 Stunde nach Verabreichung von 0,25 g Coffein erreicht.

Zu diesem Zeitpunkt wird auch das Maximum der Coffein-Wirkung im psychologischen Test beobachtet. Ähnliche Ergebnisse erhielten Schallek et al. (55) sowie Goldstein et al. (23) Eine besondere Versuchsanordnung zur Analyse der Coffeinwirkung im EEG wählten Takaori und Tanabe (60). Durch Kühlung der Carotis in einem Wassermantel von 5 bzw. 15° C konnten sie eine Wachreaktion im EEG auslösen, die durch Coffein nicht beeinflußt wurde. Umgekehrt führte die Erwärmung auf 50° C zu einem Rechebild (Frequenzabnahme, hohe Amplitude, Spindelbildung). Dessen Entstehung wurde durch Coffein gehemmt. Aus weiteren Versuchen von Monnier und Mitarb. (50), Dreikurs (16), Krönig und Künkel (39), Kholodov, Bernakov u. Mitarb. (37) kann gefolgert werden, das Coffein im elektroencephalographischem Bild Effekte hat, die mit Stimulierung physiologischer und psychologischer Funktionen im Einklang stehen.

Da die oben beschriebenen Wirkungen des Coffeins auch beim Sprachverstehen und dem Hörvorgang eine Rolle spielen, soll im zweiten Versuchsteil die Auswirkung von Coffein auf das Sprachaudiogramm untersucht werden.

B. M E T H O D I K

1. Probanden

Der Freiburger Sprachverständnistest wurde für den Versuchsteil a) an 30 und für den Versuchsteil b) an 10 Studenten durchgeführt. Das Alter der Testpersonen schwankte zwischen 21 und 33 Jahren. Alle Probanden waren normalhörend.

2. Aufbau des Freiburger Sprachverständnistestes

Der Freiburger Sprachverständnistest setzt sich aus einem Zahlen- und Wörtertest zusammen. Der Zahlentest besteht aus 10 Gruppen mit je 10 zwei- und mehrsilbigen Zahlen. In den einzelnen Gruppen wurden die Zahlen phonetisch so ausbalanciert, daß die Gruppen einander gleichwertig sind. Jede Gruppe enthält daher 2 zweisilbige und 8 viersilbige Zahlwörter. (Abb.1)

Bei dem Wörtertest handelt es sich um 4oo einsilbige Substantive, die zu je 20 Wörtern auf ebensoviele Gruppen verteilt sind. Dabei sind die Wörter so ausgewählt, daß jede einzelne Gruppe in ihrem

lautlichen Aufbau der anderen gleicht und annähernd die prozentuale Lautfähigkeit der deutschen Sprache wiederspiegelt. (Abb. 2)

Abb. 1: Freiburger Zahlentest nach DIN 45621

1.	98	22	54	19	86	71	35	47	80	63
2.	53	14	39	68	57	90	85	33	72	46
3.	51	36	43	17	99	45	82	24	60	48
4.	67	81	55	13	28	92	34	70	49	76
5.	62	58	23	16	41	37	89	30	95	74
6.	32	65	83	50	91	27	18	44	79	56
7.	59	77	61	40	96	73	19	84	38	25
8.	93	78	13	66	57	39	80	75	62	24
9.	88	42	65	21	76	15	94	87	29	60
10.	31	18	64	52	97	45	30	69	26	78

Abb. 2: Freiburger Wörtertest nach DIN 45621

1	Ring Spott Farm Hang Geist Zahl Hund Bach Floh Lärm Durst Teig Prinz Aas Schreck Nuß Wolf Braut Kern Stich
2.	Holz Ruß Mark Stein Glied Fleck Busch Schloß Bart Ei Werk Dach Knie Traum Paß Kunst Mönch Los Schrift Fall
3	Blatt Stift Hohn Zweck Aal Furcht Leim Dorf Tat Kerl Schutz Wind Maus Reif Bank Klee Stock Wuchs Mist Gras
4	Schnee Wurst Zahn Pest Griff Laub Mund Grab Heft Kopf Reiz Frist Drang Fuß Öl Schleim Takt Kinn Stoß Ball
5.	Punkt Ziel Fest Darm Schein Torf Lamm Wehr Glas Huf Spind Pfau Block Arm Neid Stroh Wurf Rest Blick Schlag
6.	Seil Pfand Netz Flur Schild Ochs Draht Hemd Schmutz Rat Tau Milch Rost Kahn Tier Brot Dunst Haar Feld Schwein
7	Spiel Moos Lachs Glut Erz Baum Sand Reich Kuh Schiff Wort Hecht Mann Bruch Schopf Fels Kranz Teich Dienst Star
8	Luft Band Kost Ski Feind Herr Pflug Tal Gift Raum Ernst Zeug Fach Groll Speck Sitz Moor Last Krach Schwung
9.	Schmerz Thron Eis Funk Baß Rind Lehm Grog Blei Markt Schilf Hut Zank Korb Lauf Dank Sarg Kies Schnur Pech
10.	Horn Pfeil Kamm Turm Spieß Laus Recht Zopf Schall Mais Fell Gramm Ohr Sieb Pracht Lump Gips Bad Sprung Dreck
11.	Bild Frosch Abt Ruhm Herz Mond Garn Bau Sicht Huhn Lack Kreis Pferd Pelz Schlacht Witz Form Stuhl Teil Rand
12.	Brett Schuß Saft Pilz Ort Kraut Schwert Tag Gleis Vieh Spalt Sohn Druck Held Bahn List Flug Narr Kork Reis
13.	Staub Licht Tracht Herd Not Wein Fluch Kalk Biß Grund Weg Faß Schmied Roß Amt Puls Meer Graf Schweiß Dolch
14	Schrift Ruf Gas Wert Korn Schrei Pfahl Blech Faust Rang Lohn Nest Pult Schicht Zoll Heu Angst Brust Dieb Stand
15.	Knecht Schaf Lust Berg Docht Zeit Schlamm Kind Preis Uhr Mal Speer Fluß Sinn Rock Haupt Gang Trieb Boot Schmalz
16.	Bund Stiel Wachs Reim Geld Tor Duft Stück Arzt Mehl Trotz Pfad Heil Brief Sau Fracht Dung Stern Loch Maß
17.	Fink Schlauch Reh Grad Floß Hirn Fuchs Bein Napf Teer Stolz Art Wurm Ding Trab Bett Kleid Schatz Wut Pflock
18.	Schnitt Frau Land Helm Bock Flucht Scherz Keil Rast Gruß Wohl Plan Krieg Ast Pfiff Weib Sturm Fang Tee Mord
19.	Frucht Schlitz See Schar Gold Leib Wunsch Fraß Stier Ton Heer Dachs Bauch Kreuz Akt Pfund Sekt Glück Molch Rad
20	Fleisch Welt Rohr Park Flut Grieß Saum Krebs Hand Gott Schuh Film Damm Zelt Koch Hanf Leid Bier Spruch Axt

3. Der Meßvorgang

Um schlechthörende Probanden auszuschließen wurde vor jeder Sprachprüfung ein Tonaudiogramm durchgeführt.

Für den ersten Versuchsteil wurden am gleichen Tag jeweils um 7^{00} und um $2o^{30}$ Uhr eine Messung durchgeführt. Der zweite Teil des Versuches, bei dem die Wirkung von Coffein ermittelt werden sollte, erforderte drei Messungen. Eine zur Erstellung der Eichkurve, eine vergleichende unter Gabe eines Placebos und schließlich die dritte nach der Einnahme von o,2 g Coffein. Die Messungen wurden in stündlichem Abstand durchgeführt.

Es wurden bei allen Messungen beide Ohren getrennt geprüft.

Abb. 3: Gruppen mit denen das jeweilige Ohr gemessen wurde:

	rechtes Ohr	linkes Ohr
Zahlen	2.,3.,4., Gruppe	6.,7.,8. Gruppe
Wörter	12.,13.,14.,15. Gruppe	8.,9.,10.,11 Gruppe

Dem Probanden wurde zuerst eine Gruppe Zahlen bei "angenehmer Lautstärke" vorgespielt, so daß er sich mit der Methodik des Meßvorganges vertraut machen konnte.

Dann erfolgte die eigentliche Messung der Zahlen, wobei es günstig war, im Dezibelbereich oberhalb des erwarteten 50 % Verständniswertes zu beginnen. Im Anschluß daran wurden die Einsilber auf dieselbe Art geprüft. Dabei wurde jeweils in 5 dB Schritten gemessen.

4. Apparatur

Alle Messungen wurden mit einem Beomat 4000 SR, dem als Wiedergabegerät ein studio recorder 71 (ITT/Schaub-Lorenz) angeschlossen war, durchgeführt.

Es wurde folgendes Tonband benützt:

Wörter für Gehörprüfung mit Sprache
nach DIN 45621
Sprecher: Claus Wunderlich
Herausgeber: Siemens Aktiengesellschaft

Die Messungen erfolgten monoaural in einem schallgedämpften Raum über Kopfhörer (Beoton 4000 SR 169).

C. E R G E B N I S S E

1. a) Vergleichende Messung morgens 7^{00} und abends 20^{30} Uhr

Bei den 30 geprüften Studenten ergaben sich bei der abendlichen Messung folgende Abweichungen:
Dabei wurde die am Morgen erreichte Wörterzahl als Nullwert angesetzt.

Tabelle 1: Vergleichswerte der Messungen am Morgen und am Abend

	Probanden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Zahlen rechtes Ohr	Gr.1	+1	+1	+1	-2	+2	-3	+2	+2	+3	+4	-1	0	+3	0	+3	-3	+4	+4	+3	+1	+1	0	+1	0	+1	+3	0	+1	0	+1
	Gr.2	+1	+2	+1	+1	-2	+3	+4	+1	+5	+3	0	-1	+1	+3	+3	-4	+1	+3	+2	0	0	0	+1	0	+2	+1	+1	+1	+1	+1
	Gr.3	0	+3	+3	+1	+1	0	+2	+1	+2	+3	0	+2	+2	0	+2	0	+1	+2	+2	+3	+1	+1	+3	0	+1	0	0	+1	+1	+3
	Summe	+2	+6	+5	0	-1	0	+8	+4	+10	+10	-1	+1	+6	+3	+8	-7	+6	+9	+5	+4	+2	+1	+5	0	+4	+4	+1	+3	+2	+5
Wörter linkes Ohr	Gr.1	+1	0	+1	+1	-2	+1	+1	+1	+2	-1	+2	+1	+1	+1	0	-2	-1	0	+2	0	0	+2	+2	+2	+3	0	+1	+1	+1	+2
	Gr.2	+1	+4	+1	0	-1	+3	+3	+2	+3	0	+3	+1	-1	+2	+4	+3	+4	+2	+2	0	+2	+1	+3	+4	+2	+4	+1	-1	0	-1
	Gr.3	+2	+2	0	+2	-1	+1	+3	+3	+5	+4	+2	+3	+3	-2	+2	+3	+4	+2	+3	0	0	+3	+1	+1	+3	+3	0	+1	-1	-1
	Gr.4	+1	+1	+2	+2	0	0	0	0	+6	+4	+5	0	-1	-1	+1	+5	+2	+2	0	0	+2	+1	0	+2	+1	+1	+1	+1	0	+2
	Summe	+5	+7	+4	+5	-4	+5	+7	+6	+16	+7	+12	+5	+2	0	+7	+9	+9	+6	+7	0	+4	+7	+6	+9	+9	+8	+3	+2	0	+2
Zahlen linkes Ohr	Gr.1	+2	-2	+1	0	+1	+1	+2	+2	+5	-1	+2	-1	0	+5	+3	+1	+1	0	+4	+1	+1	+2	+2	+1	-2	+2	+1	0	0	0
	Gr.2	+2	-3	+3	+3	0	+5	+1	+1	+7	+2	+2	+1	+3	+2	+3	+1	+1	+2	+3	+1	+3	0	0	0	0	+2	+1	-1	-1	-2
	Gr.3	+1	+2	+5	+1	0	+3	+6	0	+3	+4	+1	0	+5	+1	+2	+1	+1	+2	0	+2	+2	+1	0	+1	+4	+1	0	0	+1	0
	Summe	+5	-3	+9	+4	+1	+9	+9	+3	+15	+5	+5	0	+8	+8	+8	+3	+3	+4	+7	+4	+6	+3	+2	+2	+2	+5	+2	-1	0	-2
Wörter rechtes Ohr	Gr.1	+2	-4	+2	+3	0	+1	+1	-1	+2	+2	+1	0	+2	+4	+1	-2	+6	+2	+3	+1	+1	0	+1	0	+2	+2	0	+1	+2	+2
	Gr.2	0	0	+2	-1	+2	+1	+1	+1	+7	0	-1	+1	-1	+2	+1	0	+1	+3	+1	0	+2	-1	+4	+3	+5	+1	+3	-1	-1	0
	Gr.3	+5	-3	+3	+2	0	+2	-3	+1	+6	+2	+2	+1	+3	+4	+4	0	+2	+1	+2	+4	+1	0	+3	+2	0	+3	+3	+1	+2	+2
	Gr.4	+5	+2	+1	+1	0	+1	+1	+2	+5	+2	+1	+2	+1	+4	+1	-1	+1	+6	0	+3	-3	+1	+1	+6	-3	+6	+1	+3	+1	-2
	Summe	+12	-5	+8	+5	+2	+5	0	+3	+20	+6	+3	+4	+5	+14	+7	-3	+10	+12	+6	+8	+1	0	+9	+11	+4	+12	+7	+4	+4	+2

Auswertung der Ergebnisse: a) in Prozent

rechtes Ohr: 1. Zahlengruppen

1. Gruppe: 0 = 6 x ≙ 20 % -1 = 1 x ≙ 3,3 %
+1 = 9 x ≙ 30 % -2 = 1 x ≙ 3,3 %
+2 = 3 x ≙ 10 % -3 = 2 x ≙ 6,7 %
+3 = 5 x ≙ 16,7 %
+4 = 3 x ≙ 10 %

⇒Beim Prüfen der 1. Zahlengruppe hörten abends 56,7 % der Probanden besser, 13,3 % schlechter und 20 % genau so gut wie am Morgen.

2. Gruppe: 0 = 5 x ≙ 16,7 % -1 = 1 x ≙ 3,3 %
+1 =12 x ≙ 40 % -2 = 1 x ≙ 3,3 %
+2 = 3 x ≙ 10 % -4 = 1 x ≙ 3,3 %
+3 = 5 x ≙ 16,7 %
+4 = 1 x ≙ 3,3 %
+5 = 1 x ≙ 3,3 %

⇒Beim Prüfen der 2. Zahlengruppe hörten abends 73,3 % der Probanden besser, 10 % schlechter und 16,7 % genau so gut wie am Morgen.

3. Gruppe: 0 = 8 x ≙ 26,7 %
+1 = 9 x ≙ 30 %
+2 = 7 x ≙ 23,3 %
+3 = 6 x ≙ 20 %

⇒ Beim Prüfen der 3. Zahlengruppe hörten abends 73,3 % der Probanden besser und 26,7 % genau so gut wie am Morgen.

Bei einer Zusammenfassung aller drei Zahlengruppen ergaben sich folgende Werte:

Es hörten am Abend 67,76 % besser
7,76 % schlechter
21,13 % genau so gut wie am Morgen

2. Wörtergruppen

1. Gruppe: 0 = 5 x ≙ 16,7 % -1 = 1 x ≙ 3,3 %
+1 = 8 x ≙ 26,7 % -2 = 1 x ≙ 3,3 %
+2 =10 x ≙ 33,3 % -4 = 1 x ≙ 3,3 %
+3 = 2 x ≙ 6,7 %
+4 = 1 x ≙ 3,3 %
+6 = 1 x ≙ 3,3 %

⇒ Beim Prüfen der 1. Wörtergruppe hörten

abends 73,3 % der Probanden besser, 10 % schlechter und 16,7 % genau so gut wie am Morgen.

2. Gruppe: 0 = 6 x ≙ 20 % -1 = 6 x ≙ 20 %
+1 = 8 x ≙ 26,7 %
+2 = 4 x ≙ 13,3 %
+3 = 3 x ≙ 10 %
+4 = 1 x ≙ 3,3 %
+5 = 1 x ≙ 3,3 %
+7 = 1 x ≙ 3,3 %

⇒ Beim Prüfen der 2. Wörtergruppe hörten abends 60 % der Probanden besser, 20 % schlechter und 20 % genau so gut wie am Morgen.

3. Gruppe: 0 = 4 x ≙ 13,3 % -3 = 2 x ≙ 6,7 %
+1 = 5 x ≙ 16,7 %
+2 = 9 x ≙ 30 %
+3 = 5 x ≙ 16,7 %
+4 = 3 x ≙ 10 %
+5 = 1 x ≙ 3,3 %
+6 = 1 x ≙ 3,3 %

⇒ Beim Prüfen der 3. Wörtergruppe hörten abends 80 % der Probanden besser, 6,7 % schlechter und 13,3 % genau so gut wie am Morgen.

4. Gruppe: 0 = 2 x ≙ 6,7 % -1 = 1 x ≙ 3,3 %
+1 = 12 x ≙ 40 % -2 = 1 x ≙ 3,3 %
+2 = 4 x ≙ 13,3 % -3 = 2 x ≙ 6,7 %
+3 = 2 x ≙ 6,7 %
+4 = 1 x ≙ 3,3 %
+5 = 2 x ≙ 6,7 %
+6 = 3 x ≙ 10 %

⇒ Beim Prüfen der 4. Wörtergruppe hörten abends 80 % der Probanden besser, 13,3 % schlechter und 6, 7 % genau so gut wie am Morgen.

Bei der Zusammenfassung aller vier Wörtergruppen ergaben sich folgende Werte:

Es hörten am Abend 73,33 % besser
12,48 % schlechter
14,16 % genau so gut wie am Morgen.

linkes Ohr: 1. Zahlengruppen

1. Gruppe:	0 = 6 x ≙ 20 %	-1 = 2 x ≙ 6,7 %
	+1 = 9 x ≙ 30 %	-2 = 2 x ≙ 6,7 %
	+2 = 7 x ≙ 23,3 %	
	+3 = 1 x ≙ 3,3 %	
	+4 = 1 x ≙ 3,3 %	
	+5 = 2 x ≙ 6,7 %	

⟹ Beim Prüfen der 1. Zahlengruppe hörten abends 66,6 % der Probanden besser, 13,4 % schlechter und 20 % genau so gut wie am Morgen.

2. Gruppe:	0 = 5 x ≙ 16,7 %	-1 = 2 x ≙ 6,7 %
	+1 = 7 x ≙ 23,3 %	-2 = 1 x ≙ 3,3 %
	+2 = 6 x ≙ 20 %	-3 = 1 x ≙ 3,3 %
	+3 = 6 x ≙ 20 %	
	+5 = 1 x ≙ 3,3 %	
	+7 = 1 x ≙ 3,3 %	

⟹ Beim Prüfen der 2. Zahlengruppe hörten abends 70 % der Probanden besser, 13,3 % schlechter und 16,7 % genau so gut wie am Morgen.

3. Gruppe: 0 = 8 x ≙ 26,7 %
+1 =10 x ≙ 33,3 %
+2 = 5 x ≙ 16,7 %
+3 = 2 x ≙ 6,7 %
+4 = 2 x ≙ 6,7 %
+5 = 2 x ≙ 6,7 %
+6 = 1 x ≙ 3,3 %

⟹ Beim Prüfen der 3. Zahlengruppe hörten abends 73,3 % der Probanden besser und 26,7 % genau so gut wie am Morgen.

Bei der Zusammenfassung aller drei Zahlengruppen ergaben sich folgende Werte:

Es hörten am Abend 69,96 % besser
8,9 % schlechter
21.12 % genau so gut wie am Morgen.

2. Wörtergruppen

1. Gruppe: 0 = 6 x ≙ 20 % -1 = 2 x ≙ 6,7 %
+1 =12 x ≙ 40 % -2 = 2 x ≙ 6,7 %
+2 = 7 x ≙ 23,3 %
+3 = 1 x ≙ 3,3 %

⟹ Beim Prüfen der 1. Wörtergruppe hörten abends 66,7 % der Probanden besser, 13,3 % schlechter und 20 % genau so gut wie am Morgen.

2. Gruppe: 0 = 4 x ≙ 13,3 % -1 = 4 x ≙ 13,3 %
+1 = 5 x ≙ 16,7 %
+2 = 6 x ≙ 20,0 %
+3 = 6 x ≙ 20,0 %
+4 = 5 x ≙ 16,7 %

⟹ Beim Prüfen der 2. Wörtergruppe hörten abends 73,3 % der Probanden besser, 13,3 % schlechter und 13,3 % genau so gut wie am Morgen.

3. Gruppe: 0 = 4 x ≙ 13,3 % -1 = 3 x ≙ 10 %
+1 = 4 x ≙ 13,3 % -2 = 1 x ≙ 3,3 %
+2 = 6 x ≙ 20,0 %
+3 = 9 x ≙ 30,0 %
+4 = 2 x ≙ 6,7 %
+5 = 1 x ≙ 3,3 %

⟹ Beim Prüfen der 3. Wörtergruppe hörten abends 73,3 % der Probanden besser, 13,3 % schlechter und 13,3 % genau so gut wie am Morgen.

4. Gruppe: 0 = 9 x ≙ 30 % -1 = 2 x ≙ 6,7 %
+1 = 8 x ≙ 26,7 %
+2 = 7 x ≙ 23,3 %
+4 = 1 x ≙ 3,3 %
+5 = 2 x ≙ 6,7 %
+6 = 1 x ≙ 3,3 %

⟹ Beim Prüfen der 4. Wörtergruppe hörten abends 63,3 % der Probanden besser, 6,7 % schlechter und 30 % genau so gut wie am Morgen

Bei der Zusammenfassung aller vier Wörtergruppen ergaben sich folgende Werte:

Es hörten am Abend 69,15 % besser
11,65 % schlechter
19,15 % genau so gut wie am Morgen.

Tabelle 2: Anzahl der Wörter, die die Probanden am Abend durchschnittlich mehr oder weniger hörten

rechtes Ohr

		Wörter mehr	Wörter weniger
Zahlen	1. Gr.	2,1	3
	2. Gr.	1,91	2,33
	3. Gr.	1,86	-
	Summe	1,95	2,67
Wörter	1. Gr.	2,09	2,33
	2. Gr.	2,28	1
	3. Gr.	2,54	3
	4. Gr.	2,42	2,25
	Summe	2,33	2,15

linkes Ohr

Zahlen	1. Gr.	2,0	1,50
	2. Gr.	2,33	1,75
	3. Gr.	2,27	-
	Summe	2,20	1,08
Wörter	1. Gr.	1,45	1,50
	2. Gr.	2,50	1,0
	3. Gr.	2,43	1,25
	4. Gr.	2,21	1,0
	Summe	2,15	1,19

rechtes Ohr:

Am Abend hörten die Probanden im Durchschnitt bei

den Zahlengruppen	1,95 Wörter	mehr
den Wörtergruppen	2,33 "	
den Zahlengruppen	2,67 Wörter	weniger als am Morgen
den Wörtergruppen	2,15 "	

linkes Ohr:

Am Abend hörten die Probanden im Durchschnitt bei

den Zahlengruppen	2,20 Wörter	mehr
den Wörtergruppen	2,15 "	
den Zahlengruppen	1,08 Wörter	weniger als am Morgen
den Wörtergruppen	1,19 "	

b) nach dem Vorzeichentest:

rechtes Ohr: 1. Zahlengruppen

1. Gruppe:	Grenzen	7 - 17	4 x (-) und 20 x (+)
2. Gruppe:	"	8 - 17	3 x (-) und 22 x (+)
3. Gruppe:	"	6 - 16	0 x (-) und 22 x (+)
Summe:	"	8 - 19	3 x (-) und 24 x (+)

2. Wörtergruppen

1. Gruppe:	Grenzen	8 - 17	3 x (-) und 22 x (+)
2. Gruppe:	"	7 - 17	6 x (-) und 18 x (+)
3. Gruppe:	"	8 - 18	2 x (-) und 24 x (+)
4. Gruppe:	"	9 - 19	4 x (-) und 24 x (+)
Summe:	"	9 - 19	2 x (-) und 26 x (+)

linkes Ohr: 1. Zahlengruppen

1. Gruppe:	Grenzen	7 - 17	4 x (-) und 20 x (+)
2. Gruppe:	"	8 - 17	4 x (-) und 21 x (+)
3. Gruppe:	"	6 - 16	0 x (-) und 22 x (+)
Summe:	"	9 - 19	3 x (-) und 25 x (+)

2. Wörtergruppen

1. Gruppe:	Grenzen	7 - 17	4 x (-) und 20 x (+)
2. Gruppe:	"	8 - 18	4 x (-) und 22 x (+)
3. Gruppe:	"	8 - 18	4 x (-) und 22 x (+)
4. Gruppe:	"	6 - 15	2 x (-) und 19 x (+)
Summe:	"	8 - 19	1 x (-) und 26 x (+)

Die statistische Auswertung nach dem Vorzeichentest (54) ergab mit 95%iger Sicherheit, daß die Probanden am Abend mehr Wörter verstanden als am Morgen, was sich auch schon bei der prozentualen Auswertung abzeichnete.

Untersuchung der Abweichungen zwischen rechtem und linkem Ohr bei vergleichender Messung morgends 7^{00} Uhr und abends 20^{30} Uhr

Bei den 30 geprüften Studenten ergaben sich bei der abendlichen Messung folgende Abweichungen:

Die Zahlenwerte wurden aus Tabelle 1 entnommen und so angesetzt, daß die vom rechten Ohr am Abend erreichte Wörterzahl den Nullwert gegenüber dem linken Ohr darstellt.

Tabelle 3: Vergleichswerte der Messungen zwischen rechtem und linkem Ohr

	Probanden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Zahlen-gruppen	Gr.1	+1	-3	0	+2	-1	+4	0	0	+2	-5	+3	-1	-3	+5	0	+4	-3	-4	+1	0	0	+2	+1	+1	-3	-1	+1	-1	0	-1
	Gr.2	+1	-5	+2	+2	+2	+2	-3	0	+2	-1	+2	+2	+2	-1	0	+5	0	-1	+1	+1	+3	0	-1	0	-2	+1	0	-2	-2	-3
	Gr.3	+1	-1	+2	0	-1	+3	+4	-1	+1	+1	+1	-2	+3	+1	0	+1	0	0	-2	-1	+1	0	-3	+1	+3	+1	0	-1	0	-3
	Summe	+3	-9	+4	+4	0	+9	+1	-1	+5	-5	+6	-1	+2	+5	0	+10	-3	-5	-2	0	+4	+2	-3	+2	-2	+1	+1	-4	-2	-7
	linkes Ohr																														
Wörter-gruppen	Gr.1	-1	+4	-1	-2	-2	0	0	+2	0	-3	+1	+1	-1	-3	-1	0	-7	-2	-1	-1	-1	+2	+1	+2	+1	-2	+1	0	-1	0
	Gr.2	+1	+4	-1	+1	-3	+2	+2	+1	-4	0	+4	0	0	0	+3	+3	+3	-1	+1	0	0	+2	-1	+1	-3	+3	-2	0	+1	-1
	Gr.3	-3	+5	-3	0	-1	-1	+6	+2	-1	+2	0	+2	0	-6	-2	+3	+2	+1	+1	-4	-1	+3	-2	-1	+3	0	-3	0	-3	-3
	Gr.4	-4	-1	+1	+1	0	-1	-1	-2	+1	+2	+4	-2	-2	-5	0	+6	+1	-4	0	-3	+5	0	-1	-4	+4	-5	0	-2	-1	+4
	Summe	-7	+12	-4	0	-6	0	+7	+3	-4	+1	+9	+1	-3	-14	0	+12	-1	-6	+1	-8	+3	+7	-3	-2	+5	-4	-4	-2	-4	0

Beispiel: Der 1. Proband hörte auf dem linken Ohr bei der 1. Zahlengruppe ein Wort (+1) mehr als auf dem rechten Ohr.

Ergebnisse des Vorzeichentests im Vergleich rechtes Ohr - linkes Ohr

1. Zahlen:

1. Gruppe:	Grenzen	7 - 16	12 x (+) und 11 x (-)
2. Gruppe:	"	7 - 17	14 x (+) und 10 x (-)
3. Gruppe:	"	7 - 16	14 x (+) und 9 x (-)
Summe:	Grenzen	8 - 19	15 x (+) und 12 x (-)

2. Wörter:

1. Gruppe:	Grenzen	7 - 17	9 x (+) und 15 x (-)
2. Gruppe:	"	7 - 16	15 x (+) und 8 x (-)
3. Gruppe:	"	8 - 17	11 x (+) und 14 x (-)
4. Gruppe:	"	7 - 17	10 x (+) und 14 x (-)
Summe:	Grenzen	8 - 18	11 x (+) und 15 x (-)

Bei der statistischen Auswertung nach dem Vorzeichentest (54) im Vergleich von rechtem und linkem Ohr wurde die Null-Hypothese erfüllt. Dies besagt, daß sich bei den Messungen am Morgen und am Abend zwischen rechtem und linkem Ohr keine Unterschiede ergeben.

2. Vergleichende Messungen nach Gabe eines Placebos und von 0,2 g Coffein

Bei 10 Probanden ergaben sich folgende Ergebnisse:

Die bei der Eichmessung erreichte Wörterzahl wurde dabei als Nullwert angesetzt.

		Probanden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zahlen rechtes Ohr	1. Gr.	Placebo	+1	+1	+1	0	+1	+1	0	0	-1	0
		Coffein	+4	+1	+2	0	+1	+1	+1	-1	-1	0
	2. Gr.	Placebo	0	+1	+3	+1	-3	+2	-1	+2	+2	+1
		Coffein	+2	+2	+3	+1	+1	+3	-1	+3	+2	+1
	3. Gr.	Placebo	+2	0	+1	-2	0	+4	-2	+4	-1	+1
		Coffein	+2	+2	+1	0	+7	+5	+1	+4	+2	+3
Wörter rechtes Ohr	1. Gr.	Placebo	0	0	-1	0	+1	0	0	-6	0	+2
		Coffein	+2	+1	+1	0	+2	0	+3	0	+1	+2
	2. Gr.	Placebo	0	0	-2	+1	-1	0	-2	-3	-2	+1
		Coffein	-1	+5	+2	+2	+1	0	-1	0	0	+1
	3. Gr.	Placebo	-4	-1	-1	-3	+3	+1	0	0	+4	0
		Coffein	+2	+2	0	0	+4	+1	+1	+1	+5	+2
	4. Gr.	Placebo	-2	+1	-1	-1	-1	+1	+1	-2	0	+2
		Coffein	0	+4	+3	+1	-1	+4	+2	+1	0	+4

		Probanden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zahlen linkes Ohr	1. Gr.	Placebo	0	+1	0	0	-1	0	-1	-1	-1	-1
		Coffein	+3	+2	+1	0	0	+1	0	-1	+1	0
	2. Gr.	Placebo	+1	+1	+1	-2	-2	-3	0	+1	0	+2
		Coffein	+3	+3	+3	+2	+1	0	+2	0	+2	+4
	3. Gr.	Placebo	0	+1	+3	0	+1	-4	-1	0	0	+1
		Coffein	+2	+4	+3	+3	+2	-1	+2	-2	+3	+3
Wörter linkes Ohr	1. Gr.	Placebo	0	-1	0	0	0	0	0	-2	+1	-1
		Coffein	+2	+1	+1	0	+3	+2	0	0	+1	+ 2
	2. Gr.	Placebo	0	-1	+1	0	0	-1	-4	-1	-2	+2
		Coffein	+4	+1	+1	+3	+2	0	-1	+1	0	+5
	3. Gr.	Placebo	+1	-1	+2	+2	+3	-1	-4	+2	-2	0
		Coffein	+1	+3	+2	+2	+5	+1	+1	+2	+4	+3
	4. Gr.	Placebo	+2	+6	+3	-1	+2	+2	-2	0	-4	+3
		Coffein	+4	+6	+6	0	+2	+4	0	+4	+1	+3

Auswertung der Ergebnisse: a) in Prozent

rechtes Ohr: 1. Zahlengruppen

1. Gruppe: a) Placebo 0 = 4 x ≙ 40 % -1 = 1 x ≙ 10 %
+1 = 5 x ≙ 50 %

b) Coffein 0 = 2 x ≙ 20 % -1 = 2 x ≙ 20 %
+1 = 4 x ≙ 40 %
+2 = 1 x ≙ 10 %
+4 = 1 x ≙ 10 %

2. Gruppe: a) Placebo 0 = 1 x ≙ 10 % -1 = 1 x ≙ 10 %
+1 = 3 x ≙ 30 % -3 = 1 x ≙ 10 %
+2 = 3 x ≙ 30 %
+3 = 1 x ≙ 10 %

b) Coffein +1 = 2 x ≙ 30 % -1 = 1 x ≙ 10 %
+2 = 3 x ≙ 30 %
+3 = 3 x ≙ 30 %

3. Gruppe: a) Placebo 0 = 2 x ≙ 20 % - 1 = 1 x ≙ 10 %
+1 = 2 x ≙ 20 % -2 = 2 x ≙ 20 %
+2 = 1 x ≙ 10 %
+4 = 2 x ≙ 20 %

b) Coffein 0 = 1 x ≙ 10 %
+1 = 2 x ≙ 20 %
+2 = 3 x ≙ 30 %
+3 = 1 x ≙ 10 %
+4 = 1 x ≙ 10 %
+5 = 1 x ≙ 10 %
+7 = 1 x ≙ 10 %

Bei der Zusammenfassung aller drei Zahlengruppen ergaben sich folgende Werte:

Nach Einnahme eines Placebos hörten
56,66 % besser
20 % schlechter
23,33 % genau so gut wie zuvor.

Nach Einnahme des Coffeins hörten
80 % besser
10 % schlechter
10 % genau so gut wie zuvor.

2. Wörtergruppen

1. Gruppe: a) Placebo	0 = 6 x ≙ 60 %	-1 = 1 x ≙ 10 %
	+1 = 1 x ≙ 10 %	-6 = 1 x ≙ 10 %
	+2 = 1 x ≙ 10 %	
b) Coffein	0 = 3 x ≙ 30 %	
	+1 = 3 x ≙ 30 %	
	+2 = 3 x ≙ 30 %	
	+3 = 1 x ≙ 10 %	
2. Gruppe: a) Placebo	0 = 3 x ≙ 30 %	-1 = 1 x ≙ 10 %
	+1 = 2 x ≙ 20 %	-2 = 3 x ≙ 30 %
		-3 = 1 x ≙ 10 %
b) Coffein	0 = 3 x ≙ 30 %	-1 = 2 x ≙ 20 %
	+1 = 2 x ≙ 20 %	
	+2 = 2 x ≙ 20 %	
	+5 = 1 x ≙ 10 %	
3. Gruppe: a) Placebo	0 = 3 x ≙ 30 %	-1 = 2 x ≙ 20 %
	+1 = 1 x ≙ 10 %	-3 = 1 x ≙ 10 %
	+3 = 1 x ≙ 10 %	-4 = 1 x ≙ 10 %
	+4 = 1 x ≙ 10 %	

b) Coffein 0 = 2 x ≙ 20 %
+1 = 3 x ≙ 30 %
+2 = 3 x ≙ 30 %
+4 = 1 x ≙ 10 %
+5 = 1 x ≙ 10 %

4. Gruppe: a) Placebo 0 = 1 x ≙ 10 % −1 = 3 x ≙ 30 %
+1 = 3 x ≙ 30 % −2 = 2 x ≙ 20 %
+2 = 1 x ≙ 10 %

b) Coffein 0 = 2 x ≙ 20 % −1 = 1 x ≙ 10 %
+1 = 2 x ≙ 20 %
+2 = 1 x ≙ 10 %
+3 = 1 x ≙ 10 %
+4 = 3 x ≙ 30 %

Nach der Zusammenfassung aller vier Wörtergruppen ergaben sich folgende Werte:

Bei Einnahme des Placebos hörten
27,5 % besser
40 % schlechter
32,5 % genau so gut wie zuvor.

Bei Einnahme des Coffeins hörten
67,5 % besser
7,5 % schlechter
25,0 % genau so gut wie zuvor.

linkes Ohr: 1. Zahlengruppen

1. Gruppe:	a) Placebo	0 = 4 x ≙ 40 %	-1 = 5 x ≙ 50 %
		+1 = 1 x ≙ 10 %	
	b) Coffein	0 = 4 x ≙ 40 %	-1 = 1 x ≙ 10 %
		+1 = 3 x ≙ 30 %	
		+2 = 1 x ≙ 10 %	
		+3 = 1 x ≙ 10 %	
2. Gruppe:	a) Placebo	0 = 2 x ≙ 20 %	-2 = 2 x ≙ 20 %
		+1 = 4 x ≙ 40 %	-3 = 1 x ≙ 10 %
		+2 = 1 x ≙ 10 %	
	b) Coffein	0 = 2 x ≙ 20 %	
		+1 = 1 x ≙ 10 %	
		+2 = 3 x ≙ 30 %	
		+3 = 3 x ≙ 30 %	
		+4 = 1 x ≙ 10 %	
3. Gruppe:	a) Placebo	0 = 4 x ≙ 40 %	-1 = 1 x ≙ 10 %
		+1 = 3 x ≙ 30 %	-4 = 1 x ≙ 10 %
		+3 = 1 x ≙ 10 %	

b) Coffein 0 = 0

+2 = 3 x ≙ 30 % -1 = 1 x ≙ 10 %

+3 = 4 x ≙ 40 % -2 = 1 x ≙ 10 %

+4 = 1 x ≙ 10 %

Bei der Zusammenfassung aller drei Zahlengruppen ergaben sich folgende Werte:

Nach Einnahme des Placebos hörten

33,3 % besser

33,3 % schlechter

33,3 % genau so gut wie zuvor.

Nach Einnahme des Coffeins hörten

70 % besser

10 % schlechter

20 % genau so gut wie zuvor.

2. Wörtergruppen:

1. Gruppe: a) Placebo	0 = 6 x ≙ 60 %	-1 = 2 x ≙ 20 %
	+1 = 1 x ≙ 10 %	-2 = 1 x ≙ 10 %
b) Coffein	0 = 3 x ≙ 30 %	
	+1 = 3 x ≙ 30 %	
	+2 = 3 x ≙ 30 %	
	+3 = 1 x ≙ 10 %	
2. Gruppe: a) Placebo	0 = 3 x ≙ 30 %	-1 = 3 x ≙ 30 %
	+1 = 1 x ≙ 10 %	-2 = 1 x ≙ 10 %
	+2 = 1 x ≙ 10 %	-4 = 1 x ≙ 10 %
b) Coffein	0 = 2 x ≙ 20 %	-1 = 1 x ≙ 10 %
	+1 = 3 x ≙ 30 %	
	+2 = 1 x ≙ 10 %	
	+3 = 1 x ≙ 10 %	
	+4 = 1 x ≙ 10 %	
	+5 = 1 x ≙ 10 %	
3. Gruppe: a) Placebo	0 = 1 x ≙ 10 %	-1 = 2 x ≙ 20 %
	+1 = 1 x ≙ 10 %	-2 = 1 x ≙ 10 %
	+2 = 3 x ≙ 30 %	-4 = 1 x ≙ 10 %
	+3 = 1 x ≙ 10 %	

b) Coffein 0 = 0 ,
+1 = 3 x ≙ 30 %
+2 = 3 x ≙ 30 %
+3 = 2 x ≙ 20 %
+4 = 1 x ≙ 10 %
+5 = 1 x ≙ 10 %

4. Gruppe: a) Placebo 0 = 1 x ≙ 10 % -1 = 1 x ≙ 10 %
+2 = 3 x ≙ 30 % -2 = 1 x ≙ 10 %
+3 = 2 x ≙ 20 % -4 = 1 x ≙ 10 %
+6 = 1 x ≙ 10 %

b) Coffein 0 = 2 x ≙ 20 %
+1 = 1 x ≙ 10 %
+2 = 1 x ≙ 10 %
+3 = 1 x ≙ 10 %
+4 = 3 x ≙ 30 %
+6 = 2 x ≙ 20 %

Bei der Zusammenfassung aller vier Wörtergruppen ergaben sich folgende Werte:

Nach Einnahme des Placebos hörten

35 % besser
37,5 % schlechter
27,5 % genau so gut wie zuvor.

Nach Einnahme des Coffeins hörten

80 % besser
2,5 % schlechter
17,5 % genau so gut wie zuvor.

Tabelle 4: Anzahl der Wörter, die die Probanden nach Einnahme des Placebos bzw. des Coffeins durchschnittlich mehr oder weniger hörten.

rechtes Ohr

		Wörter mehr	Wörter weniger
Placebo	Zahlengruppen	2,29	1,67
	Wörtergruppen	1,64	2,06
Coffein	Zahlengruppen	2,29	1,0
	Wörtergruppen	2,0	1,0

linkes Ohr

Placebo	Zahlengruppen	1,44	1,7
	Wörtergruppen	2,29	1,87
Coffein	Zahlengruppen	2,38	1,33
	Wörtergruppen	2,59	1,0

b) nach dem Vorzeichentest:

rechtes Ohr: 1. Zahlengruppen

Placebo: Grenzen 7 - 16 6 x (-) und 17 x (+)
Coffein: Grenzen 8 - 19 3 x (-) und 24 x (+)

2. Wörtergruppen

Placebo: Grenzen 8 - 19 16 x (-) und 11 x (+)
Coffein: Grenzen 10 - 20 3 x (-) und 27 x (+)

linkes Ohr: 1. Zahlengruppen

Placebo: Grenzen 6 - 14 10 x (-) und 10 x (+)
Coffein: Grenzen 7 - 17 3 x (-) und 21 x (+)

2. Wörtergruppen

Placebo: Grenzen 9 - 20 15 x (-) und 14 x (+)
Coffein: Grenzen 11 - 22 1 x (-) und 32 x (+)

Bei der statistischen Auswertung nach dem Vorzeichentest (54) unter Gabe eines Placebos wurde die Null-Hypothese erfüllt. Daraus ergibt sich, daß zwischen der Eich- und der Placebomessung kein Unterschied im Hörvermögen besteht.

Die statistische Auswertung nach dem Vorzeichentest (54) unter Gabe von 0,2 g Coffein hingegen ergab mit 95 %iger Sicherheit, daß die Probanden nun mehr Wörter verstanden als bei der Eich- und Placebomessung.

C. D I S K U S S I O N

a) biologische Rhythmen

Aus den Versuchsergebnissen des ersten Versuchsteils ist eine deutliche Erniedrigung des Diskriminationsverlustes bei der abendlichen Messung um 20^{30} Uhr gegenüber der morgentlichen Messung um 7^{00} Uhr zu ersehen. Zu einem ähnlichen Ergebnis kam auch Lingenhöhl (41), die den gleichen Versuch an 30 Patienten der HNO-Klinik in Tübingen durchführte. Über den Einfluß von biologischen Rhythmen auf das Gehör liegen bis jetzt lediglich folgende Arbeiten vor. Harris und Myers (28) untersuchten absolute Reizschwellen bei 256, 1024 und 8192 Hertz von 8^{00} bis 16^{00} Uhr an einer Gruppe von drei Probanden, fanden aber keine signifikante Verteilung. Ähnlich wie Ward (62), der in einer sorgfältigen Untersuchung, in der er Hörschwellen bei 500, 1000, 2000, 3000, 4000 und 6000 Hertz an sechs Probanden um 7^{00}, 12^{00}, 17^{00} und 24^{00} Uhr für die Dauer einiger Tage maß, keinen Beweis für einen zirkadischen Rhythmus finden konnte.

Variationen des Geruchsinnes im Verlauf des Tages scheinen nur in Relation zur Nahrungsaufnahme zu stehen (22). Diese Schwelle fällt zwischen den Mahlzeiten, aber steigt immer dann, wenn Nahrung zu sich genommen wird. Es wird in dessen berichtet, daß die höchste Schmerzempfindlichkeit auf den Abend fällt, freilich während der Nacht auf ein niedriges Niveau absinkt (36). Da die Resultate einer Hörprüfung auch von der sinngerichteten Konzentration und dem Wach- und Leistungszustand des Probanden abhängen, möchte ich hier noch einige Testergebnisse anführen, die sich besonders auf diese Tatsachen beziehen.

So hat man z. B. herausgefunden, daß motorische Fähigkeiten, wie sich durch ein Labyrinth zufinden, am Nachmittag im Steigen, geistige Fähigkeiten hingegen im Fallen begriffen sind (21, 32). Daraus ergibt sich die naheliegende Vermutung es existiere mehr als ein schwankender Einfluß. Einen etwas differierenden Ablauf in der Zeit ergab eine Untersuchung einer Gruppe von 25 bis 30 Matrosen, deren Leistung sich bei den meisten Tests bis gegen 21^{00} Uhr ständig verbesserte (6, 7). Dies mag erneut

den Umstand einer abweichenden Grundgesamtheit wiederspiegeln. Hinzuzufügen wäre noch, daß die Tests zum einen relativ simpel wenn auch ermüdend waren, zum anderen in einem mit den höchsten geistigen Anforderungen, er betraf das Gedächtnis, ausgestatteten Tests die Leistung um 10^{30} Uhr am höchsten war und danach stetig sank.

Jansen (35) testete zwei Probanden in 2-stündigen Interwallen des Tages und der Nacht für 12 Tage mit einem Fahrtest. Dabei variierte die Geschwindigkeit in einem ungefähr sinusähnlichen Muster, am schnellsten fuhren die Probanden kurz nach Mittag, am langsamsten kurz nach Mitternacht. Ihre Genauigkeit darin nahm hingegen einen gänzlich anderen Verlauf, am höchsten gegen Mitternacht, am schlechtesten gegen 8^{00} Uhr. Ebenso war einem Test nachzukommen, der die Rechenfähigkeiten betraf, den die Probanden am raschesten gegen Mittag abzuschließen verstanden. Fort (19) stellte Aufgaben auf dem Gebiet der notorisch-perzeptiven Kombination. Im Verlaufe von sechs Testtagen wurde

der Test konstant zweimal stündlich angewendet. Die meisten Probanden leisteten in den frühen Morgenstunden am wenigsten, wonach sich ihre Leistung jäh verbesserte und tagsüber auf einem steten oder unregelmäßigen Niveau verharrte. Auch die einfache Reaktionszeit (1) erwies sich als am längsten gegen 4^{00} Uhr, wie während dreier Tage ohne Schlaf ein Rhythmus, der sich an der Geschwindigkeit zu erledigender Rechenvorgänge bemäß, konstant blieb, innerhalb dessen die Leistung gegen 20^{00} Uhr besser war, als um 8^{00} Uhr. Die in einem einfachen Fahrtest erbrachte Leistung nahm den Verlauf eines zirkadischen Rhythmus von Probanden an, die einen 48-Stunden-Tag lebten (45). In mehreren Experimenten im Laboratorium testeten Conroy und Mills (14) 12 Probanden an einfachen Wahrnehmungs- und Bewegungstests in 2-stündigen Intervallen über 24 Stunden ohne Schlafpause. Dabei stieg die Leistung in Hinsicht auf die "intellektuelle" Aufgabe bis gegen Mittag an, um dann abzufallen. Die Steigerung im Verlauf des morgens wurde begleitet von einem Anstieg der Körpertemperatur,

die nur bis in den späten Abend hinein hoch blieb, währenddessen die Testleistung sank. Einen der Körpertemperatur ähnlichen Verlauf erbrachte ein diese 24 Stunden begleitender Test der Bewegungskoordination. Es wurde oftmals hervorgehogen (7, 38, 42), daß der Tagesrhythmus des Leistungsvermögens eng jenem der Körpertemperatur gleicht. Eine solche Übereinstimmung ist von geringer Signifikanz, da ziemlich viele Funktionen zirkasisch variieren. Gemeinhin wird die Vermutung ausgesprochen (28, 61), daß die Menschen in "Tagarbeiter" und "Nachtarbeiter" unterteilt werden können und dies vielleicht der Introvesion und Extroversion korrespondiert (6, 8). Ebenso ist betont worden, daß Introvertierte ein hohes Leistungsniveau eher am Morgen erreichen, als dies Extrovertierte vermögen, so daß dies mit dem Rhythmus der Körpertemperatur assoziert wäre (6, 13). Beim Vergleich, verschiedener Methoden eine Leistung aufzuzeichnen, beobachtete Blacke (7), daß der Empfindungsindex, korreliert mit der Körpertemperatur, eher Schnelligkeit als Genauigkeit verzeichnet, wie es in gleicher Weise bei

einem Motorbandsimulator vermerkt wurde (35). Wenn man annimmt, daß die Assoziation zwischen Körpertemperatur und Leistung so eng wäre, daß es anstünde, einen Kausalnexus zu vermuten, so verblieben die zwei Möglichkeiten, daß hohe Körpertemperatur unmittelbar die Leistung steigert, oder daß sie lediglich ein Indikator für ein Aktivierungsstadium sei, von dem behauptet wird, daß es insbesondere die Bewegungsleistung verbesserte.

Eine Studie der direkten Wirkung bei Anhebung der Körpertemperatur, in der 12 Probanden bei 37,3° C, 37,9° C und 38,5° C untersucht wurden, erwies eine Minderung sowohl der Geschwindigkeit als auch der Genauigkeit der Rechenvorgänge bei Temperaturanstieg, allerdings eine Verbesserung in einem demGehör geltenden Wachsamkeitstest (20, 65).

Die Assoziation zwischen Körpertemperatur und Begabung ist von einigen Autoren als so eng angenommen worden, so daß sie die Körpertemperatur

benutzten, um einzuschätzen, wie gut adaptiert in der Industrie in unterschiedlichen Schichten arbeitende Menschen sind (9, 12, 63).

Diese Interpretation wird durch Untersuchungen von Aschoff (2) sehr bezweifelt, der einen viel weniger unmittelbaren Zusammenhang zwischen Körpertemperatur und Wachzustand als ein Ergebnis von Studien an in unterirdischen Bunkern abgeschirmten Probanden postuliert. Falls sie keine Kenntnis der Tageszeit haben, pendeln alle ihre beobachteten Ryhthmen mit derselben Periode von etwas über 24 Stunden, hingegen ist die Phasenbeziehung zwischen Körpertemperatur und Schlaf- und Wachgewohnheiten verschoben.

Eine weitere Schwierigkeit in der Annahme, daß sämtliche Leistungsrhythmen nahezu gänzlich von der Körpertemperatur abhängig seien, rührt von jenen zirkadischen Modellen her, die lange anstelle verschiedener Testmodi bekannt gewesen sind (32). Es wird daraufhingewiesen, daß die Bewegungsleistung sich im Verlauf eines Arbeitstages verbessert, während die geistigen Fähigkeiten stetig

sinken und Koordinationsverfahren sich zunächst verbessern und dann verschlechtern, aber, wie oben erwähnt, es vielen Berichten an einer Unterscheidung zwischen zirkadischen Rhythmen der Leistung und denen komplexer Wirkungen mangelt, die zwar unscharf als Übung oder Ermüdung beschrieben sind, aber alle erdenklichen Wirkungen vorheriger Testveranstaltungen einschließen. In jüngster Vergangenheit wurden diese Theorien durch zwei neue Erkenntnisse erweitert. Die eine basiert auf besonderen biochemischen Reaktionen, wobei hier die RNS- und Proteinsynthese und vielleicht eine lineare Transkriptionsreihe des Genoms zu erwähnen sind (17, 30). Ein Beispiel wurde an einem einzelnen Neuron der wirbellosen Aplysia demonstriert (59), dessen herauspräparierter Kern ebenso einen zirkadischen Rhythmus feststellen läßt (34). Die zweite beruht darauf, daß an niedrigen Lebewesen das beobachtete Verhalten in mathematischen Modellen zu beschreiben versucht wurde. (64).

Da all die oben beschriebenen Theorien der "inneren Uhr" und somit der Physiologischen Rhythmen gegenwärtig nicht durch gezielte Untersuchungen am Menschen

gestützt werden können, möchte ich mich, was die Auswirkungen des Tagesrhythmus und der Vigilanz auf das Sprachaudiogramm angeht, auf keine der bisher genannten Theorien gänzlich festlegen.

b) Coffein

Aus den Meßergebnissen im zweiten Versuchsteil ist eine deutliche Erniedrigung des Diskriminationsverlustes unter Gabe von o,2 g Coffein zu ersehen. Es werden also weniger Wörter falsch oder nicht verstanden als unter Gabe des Placebos. Diese Verbesserung des "Hörvermögens" ist wohl weniger auf die direkte Wirkung von Coffein auf das Gehör zurückzuführen, als auf die Beseitigung von Ermüdungszuständen, einer gesteigerten Konzentration und einer Beschleunigung der Assozioctionen, wie es schon auf den Seiten (12 u.13) beschrieben wurde.

Über die Beeinflussung des Gehörs durch Coffein im Tierexperiment liegt lediglich die Arbeit von Hori und Yoshü (33) an 12 Hunden vor. Sie verfolgten die typischen Potentiale in Elektrodenableitungen von der Hirnrinde (extraderale Ableitung) nach Reizung des Ohres durch Knacken (click). Mit zunehmender Versuchsdauer trat Ermüdung auf, während nach 10 mg/kg Coffein i. v. ein Anstieg der entsprechenden Potentiale (50 c/sec-Wellen) beobachtbar war.

An 8 Menschen prüfte Barn (5) den Einfluß von 0,4 g Coffein auf die Hörschwelle. Bei Variation der Reizdauer vermochte Coffein nur die Schwelle von Reizen unter 16 msec Dauer siginfikant zu erniedrigen. Murphy und Venables (51) prüften die Empfindlichkeit beider Ohren gesondert bei 36 Personen (16 - 28 Jahre, rechtshändig), in dem sie jeweils einem Ohr der betreffenden Personen zweimaliges Knacken darboten, das durch eine Pause von o,1 msec getrennt war. Es war anzugeben, inwieweit sie die Geräusche als einzeln empfanden. Bei 375 mg Coffeincitrat war die Empfindlichkeitssteigerung am größten, aber auch bei 500 mg sank sie nicht auf das Niveau des Placebos. Eine Differenz der Empfindlichkeit zwischen rechtem und linkem Ohr war nicht signifikant. Wurde das eine Ohr durch ein Lärmtrommeln ausgeschaltet, dann wurde das Decrementum beim rechten Ohr größer. Es ergab sich also eine deutliche Asymmetrie, die fast unabhängig von der Dosis war.

Bei Mäusen wurden audiogene Krämpfe nach Coffein häufiger ausgelöst (Busnel u. Lehmann 1961) (18).

Sehr umfangreiche Versuche mit 300 und 600 mg Coffein-Citrat an 10 Personen verdanken wir Lader (40). Die Wirksamkeit testete er durch Messungen des elektrischen Widerstandes infolge der Schweißsekretion an der Hand. 25 cm hinter der Versuchsperson wurde eine Reihe von lauten Tönen (1 KHz) als Reiz eingesetzt. Sofort erniedrigte sich der galvanische Widerstand der Haut. Bei Wiederholung verminderte sich die Wirkung. Der Autor spricht von Gewöhnung (Habituation).Daneben gibt es noch kleine Schwankungen des Widerstandes ohne Reiz. Das Absinken des Reizerfolges wurde länger mit der Coffein- bzw. Amphetamindosis hochsignifikant verhindert. 10 mg Amphetamin erwiesen sich 186 mg Coffein-Citrat äguivalent (zwischen Grenzen von 243 und 81o mg, also mit breiter Streuung), wie fast immer mit Coffein. Der Test war exakt. Die maximale Wirkung wurde bei beiden Substanzen nach 2 1/2 Stunden beobachtet. Hier interessiert vor allem die Frage, worin die Abnahme der Reaktion besteht. Ist es eine Gewöhnung oder handelt es sich um eine Ermüdung, die durch beide Substanzen vermindert wird? Solche Phänomene

treten auch beim Auge auf, wobei der Vorgang dort auf eine Ermüdung zurückgeführt wird. (18)

D. ZUSAMMENFASSUNG

Nach der Auswertung der durchgeführten Messungen ergeben sich für die Sprachprüftests folgende Konsequenzen.

1. Wird nach einer gehörverbessernden Operation oder ähnlichem eine vergleichende sprach-audiometrische Untersuchung durchgeführt, so sollte dies zur gleichen Tageszeit geschehen wie vor der Operation um eine Verfälschung des Ergebnisses zu vermeiden.

2. Der Patient sollte vor der Messung (bis 2 Std.) keine coffeinhaltigen Nahrungsmittel (Kaffee, Cola usw.) zu sich nehmen, da auch dies zu einer falschen Beurteilung des Ergebnisses führen kann.

E. L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

1. Adkins, S.: Performance, heart rate, and respiration rate on the day-night continuum. Percept. Mot. Skills. 18: 409 - 412 (1964)

2. Aschoff, J., Gerecke, U. and Wever, R.: Phasenbeziehungen zwischen den circadianen Perioden der Aktivität und der Kerntemperatur beim Menschen. Pflüg. Arch. ges. Physiol. 295: 173 - 183 (1967)

3. Bachrach, H.: Note on the psychological effect of caffeine Psychol. Reports 18, 86 (1966)

4. Barbiroli G. et al.: Il contenuto nel caffè du sostanze solubili e caffeina in relazione al tipo di torrefazione Rass. Chim 24, 313 - 315 (1972)

5. Barn, A. V.: Peculiarities of the detection of aconstic signals of different duration under the action of

some drugs.
Nach Ref. Chem. Abst. 66, 8774
(1967) (Russ.)

6. Blake, M.J.F.: Physiological and temperamental correlates of performance at different times of day.
Ergonomics, 8: 375 - 376 (1965)

7. Blake, M.J.F.: Time of day effects on performance in a range of tasks.
Psychol. Sci. 9: 349 - 350
(1967)

8. Blake, M.J.F.: Relationship betrocen circadion rhythm of body temperatur and intro-version-extroversion
Nature, Lond. 215: 896 - 897
(1967)

9. Blake, M.J.F. and Colquhoum, W.P.: Experimental studies of shift work.
Ergonomics, 8: 376
(1965)

10. Bredereck H. et al.: Neuere Methoden der präporativen organischen Chemie II (1959)

11. Cascan, GmbH: Compretten^{R} Coffeinum

12. Chadwick-Jones,J.: Shift-working: Physiological effects and social behaviour, Brit. J. industr. Relations, 5: 237 - 243 (1967)

13. Colquhoum, W.P.: Temperament, inspection efficiency and time of day. Ergonomics, 3: 377 - 378 (1960)

14. Conroy, R. T. W. L. and Mills, J. N.: Human Circadian Rhythumus J. & A. Churchill: London 1970

15. Dell' Acqua, G., Jores, A. Caniggia, A. and Sollberger, A.: Atti VII Conf. Intern. Soc, Stud. Ritm. Biol. Turin: Panminerva Medica (1962)

16. Dreikurs, R.: Dtsch. z. Nervenheilk. 107, 184 (1928)

17. Ehret, C. V. and Trucco, E.: Molecular models for the circadion clock. I. The chronon concept J. theoret. Biol. 15: 240 - 262 (1967)

18. Eichler, O.: Kaffee und Coffein Springer-Verlag 1976

19. Fort, A.: Circadian alterations in alertness. J. Physiol. 197: 82 - 83 P (1968)

20. Fox, R. H., Goldsmith, R., Hampton, E. F. G. and Wilkonson, R. T.: The effect of a raised body temperature on the performance of mental task. J. Physiol 1967: 22, 23 P (1963)

21. Gates, A.J.: Variations in efficiency durning the day. University of California Publications in Psychology 2 (1916)

22. Goetzl, F. R. and Stone, F.: Diurnal variations in acuity of olfaction and food intake. Gastroenterology, 9: 444 - 453 (1947)

23. Goldstein, L.: Quantitative EEG in man asa measure of CNS-stiumulation Ann. New York Acad. Sci 107, 1045 - 1056 (1963)

24. Gutzmann, H.: Über Hören und Verstehen Z. Angewandte Psychologie 1 (1908) 483

25. Hahlbrock, K.H.: Über Sprachaudiometrie und neue Wörterteste Arch., Ohr.-Nas.- und Kehlk.-Heilk. 162 (1953) 394

26. Hahlbrock, K.H.: Klinische Erfahrungen mit der Sprachaudiometrie Arch., Ohr,-, Nas.- und Kehlk.-Heilk. 165 (1954) 314

27. Hahlbrock, K.H.: Sprachaudiometrie
Thieme, Stuttgart 1970

28. Hampp, H.: Die Tagesrhythmischen Schwankungen der Stimmung und des Antriebs beim gesunden Menschen. Arch. Psychiat. Nervenkr. 201: 355 - 377 (1961)

29. Harris, J. D. and Myers, C. K.: Experiments on fluctuation of anditory. J. gen. Psychol. 50: 87 - 109 (1954)

30. Hastings, J. W.: Biochemical mechanismus in volved in biological rhythmus and cycles. In Cycles Biologiques et Psychiatrie, de Ajuriaguerra, J. (ed.). Symposium Bel-Air III. Geneva: Georg. 127 - 140 (1968)

31. Heermann, J.: Vergleichende sprachaudiometrische Messungen über Kopfhörer bei Normal- und Schwerhörigen
Diss., Freiburg/Br. 1956

32. Hollingworth, H.L.: Variations in efficiency durnig the working day. Psychol. Rev. 21: 473 - 491 (1914)

33. Hori, Y, Yoshii N.: Cortical click - evoked potetials in the waking animal. Med. J. Osaka Univ. 13, 395 - 412 (1963)

34. Jacklet, J. W.: Circadian rhythm of optic nerve impulses recorded in darkness from isolated eye of Aplysia, Science, 164: 562 - 563 (1969)

35. Jansen, G., Rutenfranz, J, and Singer, R.: Über eine circadiane Rhythmik sennmotorischer Leistungen. Int. Z. angew. Physiol. 22: 65 - 83 (1966)

36. Jores, A. and Frees, J.: Die Tagesschwankungen der Schmerzempfindung. Dtsch. med. Wschr. 63: 962 - 963 (1937)

37. Kholodov, Y. A., Bernakov u. Mitarb.: Chem. Abstr. 65, 12754 (1966)

38. Kleitman, N.: Sleep and Wakefulness, 2 nd Ed. Chicago and London: University of Chicago Press (1963)

39. Krönig, D., Künkel, H.: Simultane Vielkanal - EEG Spectralanalyse in Echtzeit. Signalverarbeitung. Vorträge Ers Gr. v. W. Schüssler, Nachrichtentechnische Gesellschaft in V.D.I. pp 185 - 193 Mai 1973

40. Lader, M.: Comparison of amphetaminesulfate and caffeine citrat in man. Psychopharmakologia (Berl.) 14, 83 - 94 (1969) and 14, 150 - 156 (1969)

41. Lingenhöhl, H.: Ton- und Sprachaudiometrie zu verschiedenen Tageszeiten Diss., Tübingen 1978

42. Loveland, N. T. and Williams, H. L.: Adding, sleep, loss, and body temperature. Percept. and Mot. Skills. 16: 923 - 929 (1963)

43. Lüscher, E.: Von der Hörprüfung ohne Audiometrie zu den überschwelligen audiometrischen Hörprüfungsmethoden Arch., Ohr.-, Nas.- und Kehlk.-Heilk. 162 (1952), 98

44. Lüscher, E., C. Band: Die Sprachaudiometrie Arch. Ohr.-, Nas.- und Kehlk.-Heilk. 157 (1951), 549

45. Meddis, R. Human ciriocdian rhythmus and the 48-hour day. Nature, Lond. 218: 964 - 965 (1968)

46. Menzel, W.: Klinische Ziele der Rhythmusforschung

Acta. med. scand. Suppl. 307: 107 - 116 (1955)

47. Menzel, W.: Periodicity in urinary excretion in healthy and nephropathic persons. Ann. N. Y. Acad. Sci, 98: 1007 - 1017 (1962)

48. Menzel, W.: Rhythmen im Krankheitsverlauf Med. Klin. 61: 201 - 203 (1966)

49. Menzel, W., Möller-strom, J. and Petren, T.: Verhandl. IV Konf. Intern. Gesellsch. Biol. Rhythmusforschung Basle, 1953 Acta med. scand. Suppl. 307: 1 - 199 (1955)

50. Monnier, M., Krupp, P.: Elektrophysiologische Methodik zur Prüfung der zentralen Wirkung von Pharmaka am wachen Kaninchen-hirn
Arch. exp. Pharmakol. 238, 227 - 228 (1960)

51. Murphy, E. H.,
Venables P. H.: The effect of caffeine citrate and white noise on ear asymmetry in the detection of two clicks
Neuropsychologia 9, 27 - 32 (1971)

52. Pfeiffer, C.: Time series, frequency analysis and electrogenesis of EEG's of normals and psychotics before and after drugs.
Am. J. Psychiatr. 121, 1147 - 1155 (1965)

53. Runge, F.: Kaffee. Neueste phytochem. Entdeckungen I 144 - 159 (1820)

54. Sachs, L.: Angewandte Statistik
4. Auflage Springer: 1973

55. Schallek, W.: Effekt of drugs on sponaneous and activatet EEG of cat
Arch. Int. Phermacodyn. 120, 319 - 333 (1959)

56. Schlegel, B.: Chronophysiologie und Chrosiopothorlogie
Verk. dtsch. Gesell. Inn. Med. 73: 886 - 1117 (1967)

57. Schubert, K.: Sprachhörprüfmethoden
Thieme, Stuttgart 1958

58. Sollberger, A. and Petren, T.: Rept. V. Intern. Conf. Soc. Biol. Rhythm. Stockholm: Azo-print (1961)

59. Sturmwasser, F.: Types of information stored in single neurous. In Invertebrate Nervous Systems, Wiersma (ed.), Chicago and London. U. Chic. Press (1967)

60. Takaori, S., Tanabe K.: Effect of central depressants an stimulants on EEG alterations in duced by carotid cooling andwarning.
Jap. J. Pharmacol. 15, 113 - 130 (1965)

61. Thayer, R. E.: Measurement of activation throngh self-report. Psychol. Rep. 20: 663 - 678 (1967)

62. Ward, W. D.: Diurnal variability of anditory threshold. Acta. oto-laryng., Stockh. 58: 139 - 142 (1964)

63. Wedderburn, A.A.J.: Personal communication

64. Wever, R.: Mathematical models of circadian rhythmus and their applicability to men. In Cycles Biologiques et Psychiatrie, de Ajuriaguerra, J. (ed.). Symposium Bel-Air III. Geneva: Georg. 61 - 72 (1968)

65. Wilkinson, R. T., Fox, R.H., Goldsmith, R., Hampton, E.F.G, and Lewis, H. E.: Psychological and physiological

responses to raised body
temperature
J. appl. Physiol. 19.: 297 - 291
(1964)

Lebenslauf

Am 24. Febr. 1951 wurde ich, Dieter Jürgen Kluge, als Sohn der Zahnarzteheleute Erich Kluge und Anneliese geb. Demmler in Lauscha/Thür. geboren.

In die Volksschule zu Lauscha wurde ich am 1. September 1958 eingeführt. Meine Familie verließ am 28. Mai 1961 die DDR und siedelte sich zunächst in Kronach an. Dort besuchte ich bis Ende Februar 1963 die Volksschule. Am 1. März 1963 verlegten wir unseren Wohnsitz nach Michelau, weil mein Vater dort seine Zahnarztpraxis ausübte. Hier besuchte ich die Volksschule bis Ende der 5. Klasse.

Ab 1. September 1963 ging ich auf das Meranier-Gymnasium in Lichtenfels und ab 9. September 1970 in das Steigerwald-Landschulheim in Wiesentheid/Ufr. bis zum Abschluß des Abiturs im Juni 1972.

Mein Vater starb am 6. Juni 1969 im 55. Lebensjahr.

Am 16. Oktober 1972 begann ich an der Universität zu Köln das Studium der Zahnheilkunde. Nach bestandener zahnärztlicher Vorprüfung wechselte ich im Oktober 1975 an die Universität Tübingen. Hier schloß ich am 8. Juni 1978 das Zahnmedizinstudium mit dem Staatsexamen ab.

Druck: D. Gräbner, 8602 Altendorf – Telefon: 09545 / 8791